

**MAIL STOP PATENT**  
Attorney Docket No. 26069

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of:

SUZUKI et al.

Serial No. Not Yet Assigned

Filed: March 26, 2004

For: **PROJECTION DISPLAY APPARATUS**

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450


Sir:

In the matter of the above-captioned application, notice is hereby given that the Applicant claims as priority date APRIL 01, 2003, the filing date of the corresponding application filed in JAPAN, bearing Application Number 2003-097747.

A Certified Copy of the corresponding application is submitted herewith.

Respectfully submitted,  
**NATH & ASSOCIATES PLLC**

Date: March 26, 2004

By:   
Gary M. Nath  
Reg. No. 26,965  
Marvin C. Berkowitz  
Reg. No. 47,421  
Customer No. 20529

**NATH & ASSOCIATES PLLC**  
6<sup>TH</sup> Floor  
1030 15<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, D.C. 20005  
(202)-775-8383  
GMN/MCB/ng (Priority)

## JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: April 01, 2003

Application Number: 2003-097747

[ST.10/C]: [JP2003-097747]

Applicant(s): VICTOR COMPANY OF JAPAN, LIMITED

February 23, 2004

Commissioner,

Japan Patent Office

Yasuo IMAI

Number of Certificate: 2004-3012443

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 4月 1日  
Date of Application:

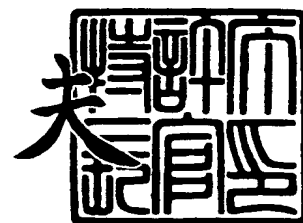
出願番号 特願2003-097747  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP2003-097747]

出願人 日本ビクター株式会社  
Applicant(s):

2004年 2月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 415000214

【提出日】 平成15年 4月 1日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 27/28

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 日本ビクター株式会社内

【氏名】 鈴木 鉄二

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 日本ビクター株式会社内

【氏名】 前野 敬一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 日本ビクター株式会社内

【氏名】 守屋 哲

【特許出願人】

【識別番号】 000004329

【氏名又は名称】 日本ビクター株式会社

【代表者】 寺田 雅彦

【電話番号】 045-450-2423

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 投射表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の光束分離手段と、第 2 の光束分離手段と、第 3 の光束分離手段と、第 4 の光束分離手段とを対角方向に配置し、かつ前記第 1 の光束分離手段を照明光の入射側に、前記第 4 の光束分離手段を投射側に配置し、前記第 2 の光束分離手段の前記第 1 光束分離手段が配置されている側と反対側か前記第 4 の光束分離手段が配置されている側と反対側のいずれか一方に第 1 の反射型空間光変調素子を配置し、前記第 3 の光束分離手段の前記第 1 の光束分離手段が配置されている側と反対側に第 2 の反射型空間光変調素子を配置し、前記第 3 の光束分離手段の前記第 4 の光束分離手段が配置されている側と反対側に第 3 の反射型空間光変調素子を配置するとき、3 原色を含んだ光を前記第 1 ～第 3 の光束分離手段により各色光に色分解した後、前記第 1 ～第 3 の反射型空間光変調素子により各色光の映像信号に対応して光変調・反射した後、前記第 2 ～第 4 の光束分離手段により色合成を行ってカラー画像を生成する色分解合成光学系と、前記色分解合成光学系で生成された前記カラー画像を拡大投影する投射レンズと、からなる投射表示装置において、

前記第 1 の光束分離手段は、第 1 のダイクロイック分離手段であり、前記第 4 の光束分離手段は、第 2 のダイクロイック分離手段か又は偏光ビームスプリッター手段であり、その他の光束分離手段は、ワイヤグリッド偏光分離板であり、前記第 1 ～第 3 の反射型空間光変調素子のうちの少なくとも 1 つの反射面側近傍に非点収差補正用レンズを備えたことを特徴とする投射表示装置。

【請求項 2】

前記非点収差補正用レンズは、シリンダリカルレンズであることを特徴とする請求項 1 記載の投射表示装置。

【請求項 3】

前記シリンダリカルレンズは、その表面がトロイダル非球面であることを特徴

とする請求項 2 記載の投射表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、反射型の空間光変調素子を用いた投射表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

カラー投射表示装置は、白色光から 3 原色光に係る R（赤）、G（緑）、B（青）の各色光を色分解して対応色の空間光変調素子に導き、この空間光変調素子で映像信号に応じて光変調された色光を合成して投射し、スクリーン上にカラー映像を表示させるものである。

【0003】

投射表示装置として反射型の空間光変調素子を用いた方式は高解像度化に有利であるが、光学構成が複雑となる傾向があった。これを解決するための投射表示装置が特許文献 1 に開示されている。

【0004】

即ち、特許文献 1 には以下の構成が開示されている。

予め不定偏光から偏光板等により P 偏光にされた 3 原色光を集光するレンズと、この白色光から P 偏光の G 光を反射し、その他の P 偏光の光を透過させ、光軸に対して  $45^\circ$  傾けて配置されたダイクロイックミラーと、ダイクロイックミラーで反射された P 偏光の G 光を透過させ、S 偏光の G 光を反射させる第 1 の偏光ビームスプリッタープリズムと、前記ダイクロイックミラーを透過したその他の P 偏光の光のうち、R 光の偏波面を  $90^\circ$  回転して S 偏光にし、P 偏光の B 光をそのまま透過させる R 用波長選択性位相板と、前記 R 用波長選択性位相板で S 偏光にされた R 光を反射し、P 偏光の B 光をそのまま透過させる第 2 の偏光ビームスプリッタープリズムと、からなる。

【0005】

更に、第 1 の偏光ビームスプリッタープリズムの G 光の透過側には、P 偏光の G 光を映像信号に応じて光変調し、S 偏光にして反射する G 用空間光変調素子と

、第2の偏光ビームスプリッタープリズムで反射されたP偏光のR光側には、S偏光のR光を映像信号に応じて光変調し、P偏光にして反射するR用空間光変調素子と、第2の偏光ビームスプリッタープリズムを透過したP偏光のB光側には、P偏光のB光を映像信号に応じて光変調し、S偏光にして反射するB用空間光変調素子と、前記第2の偏光ビームスプリッタープリズムを透過したP偏光のR光及び前記第2の偏光ビームスプリッタープリズムで反射されたS偏光のB光のうち、B光の偏波面を $90^\circ$ 回転してP偏光にし、P偏光のR光をそのまま透過させるB用波長選択性位相板と、からなる。

#### 【0006】

更にまた、前記第1の偏光ビームスプリッタープリズムで反射されたS偏光のG光を反射し、B用波長選択性位相板を透過するP偏光のB光及びR光を透過させる第3の偏光ビームスプリッタープリズムと、前記第3の偏光ビームスプリッタープリズムから出射するP偏光のR光、G光及びB光をスクリーンに投射する投射レンズと、からなる。

#### 【0007】

前記第1の偏光ビームスプリッタープリズムと前記G用空間光変調素子との間には、前記第1の偏光ビームスプリッタープリズムから出射するP偏光のG光を直線偏光にすると共に、前記G用空間光変調素子で反射されたG光が第1の偏光ビームスプリッタープリズムに斜めに入射して偏光劣化することなく直線偏光から楕円偏光にする $\lambda/4$ 位相板が配置されている。

前記第2の偏光ビームスプリッタープリズムと前記R用空間光変調素子との間にも同様な第2の $\lambda/4$ 位相板が配置され、前記第2の偏光ビームスプリッタープリズムと前記B用空間光変調素子との間にも同様な第3の $\lambda/4$ 位相板が配置されている。

この投射表示装置によれば、光学構成が簡単で、しかも混色が生じにくく、低コストでコントラストの高い投射映像を得ることができる。

#### 【0008】

##### 【特許文献1】

特開 2001-174755 公報 (第8頁-第9頁、第8図)



## 【0009】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところが、第1～第3の偏光ビームスプリッタープリズムに用いられる偏光分離面は、直角プリズムの斜面部に数十層の誘電体膜を蒸着した光学膜により形成されているが、図10に示すように、この光学膜は、光の入射角をパラメータとして、透過率の波長依存性がある。図10は、偏光ビームスプリッタープリズムの透光面への入射光の入射角 $\beta$ をパラメータとした時のP偏光の透過率の可視波長領域での波長依存性を示す図である。図10中、偏光ビームスプリッタープリズムの透光面への入射光の入射角 $\beta$ は、aが $0^\circ$ 、bが $6^\circ$ 、cが $15^\circ$ 、dが $+6^\circ$ 、eが $+15^\circ$ の場合を示す。なお、入射角 $\beta$ は、偏光ビームスプリッタープリズムへの入射光が光軸となす角である。

## 【0010】

図10に示すように、偏光ビームスプリッタープリズムの透光面への入射光の入射角 $\beta$ が $\pm 6^\circ$ 以内の場合には、P偏光の透過率の波長依存性は比較的一定しているが、これを超えると、大きな波長依存性を有すると共に透過率が低下する。

## 【0011】

通常、不定偏光の中には、偏光分離面に対して、光軸に平行に入射する主光線や前記した所定の角度以外の角度で入射する光も含まれるため、主光線を偏光分離面に光軸に平行に入射させることができても、それ以外の光は、光軸と平行に入射させることができない。このため、前記したように、不定偏光を偏光分離面に入射させた場合には、それらの偏光分離面での透過率が波長によって異なるため、色再現性が悪くなる。

## 【0012】

この対策として、偏光分離面に入射させる不定偏光の入射角度を狭く絞って透過率の波長依存性を低減することが考えられる。しかし、絞られた以外の不定偏光は外光となり、投射表示装置には利用されないことになるので、明るさの低下を生じる結果となる。

## 【0013】

また、3 原色光が第 1～第 3 の偏光ビームスプリッタープリズムで吸収されることによる熱分布を生じて、これら第 1～第 3 の偏光ビームスプリッタープリズムの中の温度差により屈折率が変化して、複屈折が生じるため、映像品質を低下させていた。これは偏光ビームスプリッタープリズムを構成するプリズム中で偏光面が部分的に回転してしまうためである。これを発生させないようにするには、使用するガラス材料の複屈折（歪）を極力抑えるために、光弾性定数の小さい材料が必要であるが、コストの上昇が避けられない。

#### 【0014】

更に、投射表示装置の小型軽量化が望まれているが、この投射表示装置中で偏光ビームスプリッタープリズムは、最も重たいため、軽くする必要があった。また、表示素子のサイズが大きくなるにつれて前記したプリズムが大きくなるために、重量が非常に重くなるという問題があった。

#### 【0015】

そこで、本発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、明るく、映像品質が良好、かつ軽量の投射表示装置を提供することを目的とする。

#### 【0016】

##### 【課題を解決するための手段】

本願発明における第 1 の発明は、第 1 の光束分離手段と、第 2 の光束分離手段と、第 3 の光束分離手段と、第 4 の光束分離手段とを対角方向に配置し、かつ前記第 1 の光束分離手段を照明光の入射側に、前記第 4 の光束分離手段を投射側に配置し、前記第 2 の光束分離手段の前記第 1 光束分離手段が配置されている側と反対側か前記第 4 の光束分離手段が配置されている側と反対側のいずれか一方に第 1 の反射型空間光変調素子を配置し、前記第 3 の光束分離手段の前記第 1 の光束分離手段が配置されている側と反対側に第 2 の反射型空間光変調素子を配置し、前記第 3 の光束分離手段の前記第 4 の光束分離手段が配置されている側と反対側に第 3 の反射型空間光変調素子を配置するとき、3 原色を含んだ光を前記第 1～第 3 の光束分離手段により各色光に色分解した後、前記第 1～第 3 の反射型空間光変調素子により各色光の映像信号に対応して光変調・反射した後、前記第 2～第 4 の光束分離手段により色合成を行ってカラー画像を生成する色分解合成光

学系と、前記色分解合成光学系で生成された前記カラー画像を拡大投影する投射レンズと、からなる投射表示装置において、前記第1の光束分離手段は、第1のダイクロイック分離手段であり、前記第4の光束分離手段は、第2のダイクロイック分離手段か又は偏光ビームスプリッター手段であり、その他の光束分離手段は、ワイヤグリッド偏光分離板であり、前記第1～第3の反射型空間光変調素子のうちの少なくとも1つの反射面側近傍に非点収差補正用レンズを備えたことを特徴とする投射表示装置を提供する。

第2の発明は、前記非点収差補正用レンズは、シリンドリカルレンズであることを特徴とする請求項1記載の投射表示装置を提供する。

第3の発明は、前記シリンドリカルレンズは、その表面がトロイダル非球面であることを特徴とする請求項2記載の投射表示装置を提供する。

#### 【0017】

##### 【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施形態に係る投射表示装置について図1～図9を用いて説明する。

図1は、本発明の実施形態における投射表示装置を示す模式図である。図2は、ワイヤグリッド偏光分離板への入射光の入射角 $\alpha$ をパラメータとした時のP変更の透過率の波長依存性を示す図である。図3は、図1に示すB用反射型空間光変調素子とワイヤグリッド偏光分離板の投影光路を部分的に抜き出した概略図であり、シリンドリカルレンズ無しの場合を示す図である。図4は、シリンドリカルレンズ無しの場合のMTFと解像度との関係を示す図である。図5は、図1に示すB用反射型空間光変調素子とワイヤグリッド偏光分離板の投影光路を部分的に抜き出した概略図であり、シリンドリカルレンズ有りの場合を示す図である。図6は、シリンドリカルレンズ有りの場合のMTFと解像度との関係を示す図である。図7は、本発明の実施形態の第1変形例における投射表示装置を示す模式図である。図8は、本発明の実施形態の第2変形例における投射表示装置を示す模式図である。図9は、本発明の実施形態の第3変形例における投射表示装置を示す模式図である。

#### 【0018】

図1に示すように、本発明の実施形態に係る投射表示装置1は、垂直上方に配置され、予め不定偏光から偏光変換板等により凡そS偏光にされた光を集光するレンズ2と、このレンズ2から出射するS偏光のみの関係を有する直線偏光の光を透過させるように透過軸を選択した偏光板3と、この偏光板3から出射される直線偏光を3原色光に色分解し、この色分解された3原色光を各色光用の映像信号で光変調した後、色合成を行ってカラー画像にする色分解合成光学系4と、色分解合成光学系4で色合成されたカラー画像を拡大投影する投射レンズ5と、からなる。

#### 【0019】

色分解合成光学系4は、偏光板3を透過したS偏光の3原色光のうち、B光を反射して、その他の光を透過させ、B光の光軸に対して $45^{\circ}$ の角度を有して配置されたダイクロイックミラー6と、ダイクロイックミラー6で反射されたB光を反射させ、B光の光軸に対して $135^{\circ}$ の角度を有して配置された第1のワイヤグリッド偏光分離板7と、第1のワイヤグリッド偏光分離板7で反射されたB光を映像信号に応じて光変調し、P偏光にして反射するB用反射型空間光変調素子8と、第1のワイヤグリッド偏光分離板7を透過するB用反射型空間光変調素子8で反射して出射するP偏光のB光の偏波面を $90^{\circ}$ 回転してS偏光にする第1のB用位相板9と、からなる。

#### 【0020】

更に、ダイクロイックミラー6を透過したその他の光のうち、R光の偏波面を $90^{\circ}$ 回転してP偏光にする第1のR用位相板10と、この第1のR用位相板10を透過したR光とその他の光（G光）のうち、P偏光のR光を透過させ、S偏光のG光を反射させ、R光の光軸に対して $135^{\circ}$ の角度を有して配置された第2のワイヤグリッド偏光分離板11と、第2のワイヤグリッド偏光分離板11のR光の透過側には、P偏光のR光を映像信号に応じて光変調し、S偏光にして反射するR用反射型空間光変調素子12と、第2のワイヤグリッド偏光分離板11でG光が反射された側には、S偏光のG光を映像信号に応じて光変調し、P偏光にして反射するG用反射型空間光変調素子13と、第2のワイヤグリッド偏光分離板11を透過したG用反射型空間光変調素子13で反射して出射するP偏光の

G光をそのまま透過させ、第2のワイヤグリッド偏光分離板11で反射されたR用反射型空間光変調素子12で反射して出射するS偏光のR光の偏波面を $90^\circ$ 回転してP偏光にする第2のR用位相板14と、からなる。

#### 【0021】

更にまた、B用位相板9でS偏光にされたB光を反射する一方、第2のR用位相板14から出射されたP偏光のG光及びR光を透過させる偏光分離面15aを有する偏光ビームスプリッタープリズム15と、偏光ビームスプリッタープリズム15から出射されたP偏光のR光及びG光をそのまま透過させ、S偏光のB光の偏波面を $90^\circ$ 回転してP偏光にする第2のB用位相板16と、からなる。

#### 【0022】

第1のワイヤグリッド偏光分離板7とB用反射型空間光変調素子8との間には、第1の波長板17が配置され、第2のワイヤグリッド偏光分離板11とR用反射型空間光変調素子12との間には、第2の波長板18が配置されている。また、第2のワイヤグリッド偏光分離板11とG用反射型空間光変調素子13の間には、G用反射型空間光変調素子13側から順に第3の波長板19、G用反射型空間光変調素子13で反射されたG光が第2のワイヤグリッド偏光分離板11を透過する際に発生する非点収差を補正するシリンドリカルレンズ20が配置されている。シリンドリカルレンズ20の凸面は、第2のワイヤグリッド偏光分離板11側に向けて配置されている。

#### 【0023】

第1の波長板17は、B用反射型空間光変調素子8で反射されたG光の液晶プレチルト角分の偏光状態の補正を行うためのものである。第2の波長板18は、R用反射型空間光変調素子12の液晶プレチルト角分の偏光状態補正用のためである。第3の波長板19は、G用反射型空間光変調素子13で反射されたG光の液晶プレチルト角分の偏光状態の補正を行うためのものである。

なお、いずれの波長板も各色に対応した $1/4$ 波長板または $1/2$ 波長板が用いられる。液晶プレチルト角分の補正は微量でよく、 $1/10$ 波長以下、さらには $1/20$ 波長以下の微量な波長板である方が望ましい。実際の波長板の取り付けにあたって光学軸方向の調整は、反射型空間光変調素子を黒表示状態にし、ス

クリーンに投影した画像が最も黒が沈んだ状態になるようにして行う。

#### 【0024】

ここで、ワイヤグリッド偏光分離板への入射光が入射角  $\alpha$  で入射した時の P 偏光の透過率の波長依存性について図 2 を用いて説明する。

図 2 中、ワイヤグリッド偏光分離板への入射光の入射角  $\alpha$  は、a が  $0^\circ$ 、b が  $-15^\circ$ 、c が  $+15^\circ$  の場合を示す。なお、入射角  $\alpha$  は、ワイヤグリッド偏光分離板への入射光が光軸となす角である。

#### 【0025】

図 2 に示すように、従来より広い入射角である  $\pm 15^\circ$  となっても P 偏光の透過率の波長依存性は、可視波長領域で極めて小さく、安定している。このため、偏光ビームスプリッタープリズムの代わりにワイヤグリッド偏光分離板を用いると、明るく、色再現性の良好な投射表示装置が得られることがわかる。また、ワイヤグリッド偏光分離板は、偏光ビームスプリッタープリズムと異なり、一枚の板状の偏光分離板であるので、軽量である。更に、投射表示装置に組み込まれた場合でも光源から発する光を吸収しにくいため、複屈折による映像品質の低下を抑えることができる。

#### 【0026】

次に、本発明の実施形態の特徴である非点収差補正用のシリンドリカルレンズ 20 を G 用反射型空間光変調素子 13 からの G 光を反射する側に第 2 のワイヤグリッド偏光分離板 11 を配置した効果について図 3 乃至図 6 を用いて説明する。

#### 【0027】

図 4 及び図 6 中、A<sub>s</sub> は G 用反射型空間光変調素子 13 の中心位置でのサジタル方向の MTF 曲線、A<sub>t</sub> は G 用反射型空間光変調素子 13 の中心位置でのタンジェンシャル方向の MTF 曲線、B<sub>s</sub> は G 用反射型空間光変調素子 13 の端でのサジタル方向の MTF 曲線、B<sub>t</sub> は G 用反射型空間光変調素子 13 の端でのサジタル方向の MTF 曲線を示す。また、同図中、縦軸は、MTF (%) であり、横軸は、空間周波数 (lp/mm、ラインペア/ミリメートル) である。

#### 【0028】

解像度性能は、一般的に MTF (Modulation Transfer Function) により評

価される。MTFは、被写体である格子縞像の明暗のコントラストがレンズを介してどれほど忠実に再現されるかを表す量であり、100%に近いほど細かい明暗を解像できることを示す。投影レンズの場合、MTFが50%以上であれば、実用上高い解像度を有していると言える。例えば、反射型空間光変調素子の水平方向、垂直方向ともに画素ピッチを $20\mu\text{m}$ とすると、画素ピッチに相当する空間周波数は $25\text{lp/mm}$ であるので、MTFは、50%以上であることが高解像度な画像を得る条件となる。

#### 【0029】

なお、解像度性能をあらわす場合、主光線が光学系の光軸上にはないので、光線のサジタル成分とタンジェンシャル成分の結像点が一致しないという現象があるため、それぞれの成分毎にMTF特性をあらわすことが一般的である。

#### 【0030】

ワイヤグリッド偏光分離板は、通常、光軸に対して $45^\circ$ 又は $135^\circ$ の角度を有して配置されているので、これを横切る光はサジタル成分とタンジェンシャル成分とでワイヤグリッド偏光分離板の界面で受ける屈折に差を生じるために大きな非点収差を生じる。非点収差とは、光線のサジタル成分とタンジェンシャル成分の結像点が一致しない収差をいう。

図3に示すようなシリンドリカルレンズ20が第2のワイヤグリッド偏光分離板11とG用反射型空間光変調素子13との間に配置されない場合には、図4に示すように、空間周波数 $25\text{lp/mm}$ でMTFは、20%前後であり、実用に供しないことがわかる。

#### 【0031】

一方、図5に示すようなシリンドリカルレンズ20が第2のワイヤグリッド偏光分離板11とG用反射型空間光変調素子13との間に配置される場合には、シリンドリカルレンズ20がG用反射型空間光変調素子13から反射されたG光のサジタル成分にレンズ作用して、第2のワイヤグリッド偏光分離板11を透過したG光のタンジェンシャル成分の結像点がサジタル成分の結像点に近くなるように作用する。この結果、図6に示すように、空間周波数 $25\text{lp/mm}$ でMTFは、50%を超え、実用的な高い解像度になることがわかる。

**【0032】**

このように、第2のワイヤグリッド偏光分離板11とG用反射型空間光変調素子13との間にシリンドリカルレンズ20を配置すると、第2のワイヤグリッド偏光分離板11で発生する非点収差を小さく補正することができるので、高い解像度の画像を得ることができる。

**【0033】**

次に、その動作について説明する。

予め不定偏光から偏光変換板等により凡そS偏光にされた3原色光をレンズ2に入射させる。このレンズ2で集光された3原色光を偏光板3に入射させる。そして、偏光板3でこの3原色光からS偏光のみの関係を有する直線偏光を透過させて、ダイクロイックミラー6に入射させる。ダイクロイックミラー6は、B光を反射させ、その他の光を透過させる。

**【0034】**

ダイクロイックミラー6で反射されたS偏光のB光は、そのまま直進して第1のワイヤグリッド偏光分離板7で反射され、第1の波長板17を介してB用反射型空間光変調素子8においてB対応の映像信号に応じた光変調を受けて反射される。

光変調されて生成したB光のP偏光は、第1の波長板17で液晶プレチルト角分の偏光状態の補正を行った後、第1のワイヤグリッド偏光分離板7を透過して、第1のB用位相板9に入射する。第1のB用位相板9は、前述したようにB光に係る偏波面を90°回転させる機能を有するので、B光のP偏光はS偏光に変換されて出射する。第1のB用位相板9から出射されるS偏光のB光は偏光ビームスプリッタープリズム15の透過面15bから入射し、偏光ビームスプリッタープリズム15の偏光分離面15aで反射され、第2のB用位相板16に入射する。この第2のB用位相板16は、前述したようにB光に係る偏波面を90°回転させる機能を有するので、B光のS偏光はP偏光に偏光変換されて第2のB用位相板16から出射する。

**【0035】**

次に、R光について説明する。



ダイクロイックミラー 6 を透過した S 偏光の R 光は、第 1 の R 用位相板 10 に入射する。

ここで、第 1 の R 用位相板 10 は、R 光の偏波面を  $90^\circ$  回転させる機能を有するため、R 光は S 偏光から P 偏光に偏光変換されてこれを出射し、第 2 のワイヤグリッド偏光分離板 11 に入射する。更に、P 偏光の R 光は、第 2 のワイヤグリッド偏光分離板 11 を透過して、第 2 の波長板 18 を介して R 用反射型空間光変調素子 12 に入射する。そして、この R 用反射型空間光変調素子 12 において R 対応の映像信号に応じた光変調を受けて反射される。

#### 【0036】

光変調されて生成した R 光の S 偏光は、第 2 の波長板 18 で液晶プレチルト角分の偏光状態の補正を行った後、第 2 のワイヤグリッド偏光分離板 11 で反射され、第 2 の R 用位相板 14 に入射する。この第 2 の R 用位相板 14 において、R 光の S 偏光は、P 偏光に偏光変換されて偏光ビームスプリッタープリズム 15 に入射する。そして、偏光ビームスプリッタープリズム 15 の偏光分離面 15a を透過直進して第 2 の B 用位相板 16 に入射する。第 2 の B 用位相板 16 は、R 光には何ら作用しないため、R 光は、P 偏光のまま第 2 の B 用位相板 16 から出射する。

#### 【0037】

次に、G 光について説明する。

ダイクロイックミラー 6 を透過した S 偏光の G 光は、第 1 の R 用位相板 10 に入射する。ここで、第 1 の R 用位相板 10 は、上記したように、R 光のみに作用し、B 光には何ら作用しないため、G 光は、偏光変換されることなく S 偏光のまま第 1 の R 用位相板 10 から出射し、第 2 のワイヤグリッド偏光分離板 11 に入射する。

#### 【0038】

S 偏光の G 光は、第 2 のワイヤグリッド偏光分離板 11 で反射され、シリンダリカルレンズ 20、第 3 の波長板 19 を介して、G 用反射型空間光変調素子 13 に入射し、この G 用反射型空間光変調素子 13 で G 対応の映像信号に応じた光変調を受けて反射される。

## 【0039】

光変調されて生成したG光のP偏光は、第3の波長板19で液晶プレチルト角分の偏光状態の補正を行った後、シリンドリカルレンズ20に入射し、このG光のP偏光のサジタル成分とタンジェンシャル成分の非点収差を補正して第2のワイヤグリッド偏光分離板11に入射する。更に、このG光のP偏光は、第2のワイヤグリッド偏光分離板11を透過直進し、第2のR用位相板14に入射する。この第2のR用位相板14は、上記したように、G光に対しては何ら作用しないため、G光は、P偏光のままこれを出射して偏光ビームスプリッタープリズム15に入射する。そして、偏光ビームスプリッタープリズム15の偏光分離面15aを透過直進して、その透光面15cより出射し、後段に配置した第2のB用位相板16に入射する。

第2のB用位相板16は、前記したように、G光に対しては何ら作用しないため、G光は、P偏光のまま第2のB用位相板16から出射する。

## 【0040】

このようにして、偏波面がP偏光に揃えられたR光、G光、B光を投射レンズ5を介して図示しないスクリーンにカラー映像を拡大表示する。

## 【0041】

以上のように、本発明の実施形態によれば、第2のワイヤグリッド偏光分離板11とG用反射型空間光変調素子13との間にシリンドリカルレンズ20を配置しているので、第2のワイヤグリッド偏光分離板11で発生する非点収差を小さく補正できるため、高い解像度の画像が得られる。

また、P偏光の透過率の波長依存性が少なく、板状のワイヤグリッド偏光分離板7、11を用いているので、軽量で、かつ熱分布による複屈折が生じないため、映像品質の良好な画像が得られる。

## 【0042】

更に、ダイクロイックミラー6を用いているので、偏光板3でS偏光にされた3原色光を分離するために、この3原色光のうちのいずれか1つをP偏光にする位相板が不要となり、部品点数が少なく小型軽量化した投射表示装置1が得られる。

**【0043】**

投射レンズ 5 を上下に動かして投射表示装置 1 を使用した場合、B 用空間光変調素子 8 が上方に配置されようになっているので、投射レンズ 5 が B 用反射型空間光変調素子 8 にぶつかることがない。

このため、自由度の広い投射表示装置 1 を得ることができる。この B 用空間光変調素子 8 の代りに R 用反射型空間光変調素子 12 或いは G 用反射型空間光変調素子 13 を配置した場合も同様の効果が得られる。

**【0044】**

本発明の実施形態では、予め不定偏光から偏光板等により 3 原色光を S 偏光にしたが、P 偏光にした場合も同様である。

なお、第 2 の B 用位相板 16 は、S 偏光の B 光のコントラスト比が P 偏光の R 光及び G 光と同等に得られる場合には省略しても良い。

**【0045】**

次に、本発明の実施形態の第 1 変形例について図 7 を用いて説明する。

本発明の実施形態と同一構成には同一符号を付し、その説明を省略する。

第 1 変形例の投射表示装置 21 は、本発明の実施形態における投射表示装置 1 において、偏光ビームスプリッタープリズム 15 の代りに S 偏光の B 光を反射し、P 偏光の R 光及び G 光を透過するダイクロイックプリズム 22 を設けたものであり、それ以外は同様である。

この場合も本発明の実施形態と同様な効果が得られる。

**【0046】**

次に、本発明の実施形態の第 2 変形例について図 8 を用いて説明する。

本発明の実施形態及び第 1 変形例と同一構成には同一符号を付しその説明を省略する。

図 8 に示すように、第 2 変形例の投射表示装置 23 は、第 1 変形例において、ダイクロイックミラー 6 の代りにワイヤグリッド偏光分離板 24 を設け、ダイクロイックプリズム 22 の代りにダイクロイックミラー 27 を設け、第 1 のワイヤグリッド偏光分離板 7 と第 1 の波長板 17 との間に B 用反射型空間光変調素子 8 で反射された B 光が第 1 のワイヤグリッド偏光分離板 7 を透過する際に発生する

非点収差を補正するシリンドリカルレンズ 25 を配置し、更に第 2 のワイヤグリッド偏光分離板 11 と第 2 の位相板 18 との間に G 用反射型空間光変調素子 12 で反射された G 光が第 2 のワイヤグリッド偏光分離板 11 を透過する際に発生する非点収差を補正するシリンドリカルレンズ 26 を配置したものであり、それ以外は同様である。この場合も本発明の実施形態と同様な効果が得られる。

#### 【0047】

次に、本発明の実施形態の第 3 変形例について図 9 を用いて説明する。

本発明の実施形態～第 2 の変形例と同一構成には同一符号を付しその説明を省略する。

図 9 に示すように、第 3 の変形例の投射表示装置 28 は、垂直上方に配置され、予め不定偏光から偏光変換板等により凡そ P 偏光にされた光を集光するレンズ 2 と、このレンズ 2 から出射する P 偏光のみの関係を有する直線偏光の光を透過させるように透過軸を選択した第 1 の偏光板 29 と、この第 1 の偏光板 29 から出射される直線偏光を 3 原色光に色分解し、この色分解された 3 原色光を各色光用の映像信号で光変調した後、色合成を行ってカラー画像にする色分解合成光学系 4 と、色分解合成光学系 4 で色合成されたカラー画像を拡大投影する投射レンズ 5 と、からなる。

#### 【0048】

色分解合成光学系 4 は、第 1 の偏光板 29 を透過した P 偏光の 3 原色光のうち、R 光を透過して、その他の光（B 光、G 光）を反射させ、R 光の光軸に対して  $45^\circ$  の角度を有して配置されたダイクロイックミラー 30 と、ダイクロイックミラー 30 で反射されたその他の光（B 光、G 光）のうち、B 光の偏波面を  $90^\circ$  回転して S 偏光にする第 1 の B 用位相板 31 と、第 1 の B 用位相板 31 から出射される S 偏光の B 光を反射し、P 偏光の G 光を透過させ、その他の光の光軸に対して  $135^\circ$  の角度を有して配置された第 1 のワイヤグリッド偏光分離板 32 と、からなる。

#### 【0049】

更に、第 1 のワイヤグリッド偏光分離板 32 で B 光が反射された側には、S 偏光の B 光を映像信号に応じて光変調し、P 偏光にする B 用反射型空間光変調素子

8と、第1のワイヤグリッド偏光分離板32のG光の透過側には、P偏光のG光を映像信号に応じて光変調し、S偏光にして反射するG用反射型空間光変調素子13と、第1のワイヤグリッド偏光分離板32で反射されたG用反射型空間光変調素子13で反射して出射するS偏光のG光をそのまま透過させ、第1のワイヤグリッド偏光分離板32を透過するB用反射型空間光変調素子8で反射して出射するP偏光のB光の偏波面を $90^\circ$ 回転してS偏光にする第2のB用位相板33と、第2のB用位相板33から出射するS偏光のみの関係を有する直線偏光の光を透過させるように透過軸を選択した第2の偏光板34と、からなる。

#### 【0050】

更に、ダイクロイックミラー30を透過したP偏光のR光を透過させ、R光の光軸に対して $135^\circ$ の角度を有して配置された第2のワイヤグリッド偏光分離板35と、第2のワイヤグリッド偏光分離板35のR光の透過側には、P偏光のR光を映像信号に応じて光変調し、S偏光にして反射するR用反射型空間光変調素子12と、第2のワイヤグリッド偏光分離板35で反射されたR用反射型空間光変調素子12で反射して出射するS偏光のR光の偏波面を $90^\circ$ 回転してP偏光にする第1のR用位相板36と、からなる。

#### 【0051】

更にまた、第2の偏光板34から出射するS偏光のG光及びB光を反射する一方、第1のR用位相板36でP偏光にされたR光を透過させる偏光分離面15aを有する偏光ビームスプリッタープリズム15と、偏光ビームスプリッタープリズム15から出射されるS偏光のG光及びB光をそのまま透過させ、P偏光のR光の偏波面を $90^\circ$ 回転してS偏光にする第2のR用位相板37と、からなる。

#### 【0052】

第1のワイヤグリッド偏光分離板32とG用反射型空間光変調素子13との間には、第1の波長板38が配置され、第2のワイヤグリッド偏光分離板35とR用反射型空間光変調素子12との間には、第2の波長板39が配置されている。

また、第1のワイヤグリッド偏光分離板32とB用反射型空間光変調素子8との間には、B用反射型空間光変調素子8側から順に第3の波長板40、B用反射型空間光変調素子8で反射して出射するB光が第1のワイヤグリッド偏光分離板

32を透過する際に発生する非点収差を補正するシリンドリカルレンズ41が配置されている。

#### 【0053】

第1～第3の波長板38～40は、本発明の実施形態で説明した第1～第3の波長板17～18と同様な性質を有するものである。なお、第2のR用位相板37は、S偏光のR光のコントラスト比がP偏光のG光及びB光と同等に得られる場合には、省略しても良い。偏光ビームスプリッタープリズム15の代りにS偏光のB光を反射し、P偏光のR光及びG光を透過するダイクロックミラー或いはダイクロイックプリズムを設けても良い。

この場合も本発明の実施形態と同様な効果が得られる。

#### 【0054】

上記したワイヤグリッド偏光分離板7、11、32、35は、厚さ1mmのガラス板である。シリンドリカルレンズ20、25、26、41は、BK7材料であり、厚さが2mmで、半径が75mmのものである。このシリンドリカルレンズ20、25、26、41の表面をトロイダル非球面にすることにより、更に解像度を補正することも可能である。偏光ビームスプリッタープリズム15は、材料としては、SF1、SF2、N-SF1及びN-SF2（いずれもショット社製）等である。また、シリンドリカルレンズ20、25、26、41及び偏光ビームスプリッタープリズム15を強い光強度下で用いる場合には、複屈折の発生しにくい高弾性定数の小さい材料（例えば、オハラ社製のPBH56等）を使用することによりムラのない画像を得ることができる。

#### 【0055】

本発明の実施形態～第1変形例では、第1のB用位相板9と偏光ビームスプリッタープリズム15、又はダイクロイックプリズム21との間に第1ポストポラライザ（偏光板）を配置し、S偏光以外の不要光を除去するようにして、或いは第2のR用位相板14と偏光ビームスプリッタープリズム15、又はダイクロイックプリズム22との間に第2ポストポラライザ（偏光板）を配置してP偏光以外の不要光を除去してコントラストを向上させるようにしても良い。

#### 【0056】

第2変形例では、第1のワイヤグリッド偏光分離板7とダイクロイックミラー27との間に第1ポストポラライザを配置し、P偏光以外の不要光を除去するようにして、或いは第2のR用位相板14とダイクロイックミラー27との間に第2ポストポラライザ（偏光板）を配置してS偏光以外の不要光を除去してコントラストを向上させるようにしても良い。

第3変形例では、第1のR用位相板36と偏光ビームスプリッター15との間にポストポラライザを配置して、P偏光以外の不要光を除去するようにしてコントラストを向上させるようにしても良い。

#### 【0057】

更に、前記した第1及び第2ポストポラライザの代りにワイヤグリッド偏光分離板を用いることもできる。

この際、不要な反射光がスクリーンに到達して表示品質を低下させることがあるので、ワイヤグリッド偏光分離板表面に減反射コートを施す必要がある。これを用いる場合には、このワイヤグリッド偏光分離板を入射する光の光軸に対して傾斜させて配置させることにより不要光を除去するようにすると良い。

#### 【0058】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、第1～第4の光束分離手段のうち、前記第1の光束分離手段は、第1のダイクロイック分離手段であり、前記第4の光束分離手段は、第2のダイクロイック分離手段か又は偏光ビームスプリッター手段であり、その他の光束分離手段は、ワイヤグリッド偏光分離板であり、前記第1～第3の反射型空間光変調素子のうちの少なくとも1つの反射面側近傍に非点収差補正用レンズを備えているので、明るく、映像品質が良好、かつ軽量の投射表示装置を得ることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の実施形態における投射表示装置を示す模式図である。

##### 【図2】

ワイヤグリッド偏光分離板への入射光の入射角 $\alpha$ をパラメータとした時のP変

更の透過率の波長依存性を示す図である。

【図 3】

図 1 に示す B 用反射型空間光変調素子とワイヤグリッド偏光分離板の投影光路を部分的に抜き出した概略図であり、シリンドリカルレンズ無しの場合を示す図である。

【図 4】

シリンドリカルレンズ無しの場合の MTF と解像度との関係を示す図である。

【図 5】

図 1 に示す B 用反射型空間光変調素子とワイヤグリッド偏光分離板の投影光路を部分的に抜き出した概略図であり、シリンドリカルレンズ有りの場合を示す図である。

【図 6】

シリンドリカルレンズ有りの場合の MTF と解像度との関係を示す図である。

【図 7】

本発明の実施形態の第 1 変形例における投射表示装置を示す模式図である。

【図 8】

本発明の実施形態の第 2 変形例における投射表示装置を示す模式図である。

【図 9】

本発明の実施形態の第 3 変形例における投射表示装置を示す模式図である。

【図 10】

偏光ビームスプリッタープリズムの透光面への入射光の入射角  $\beta$  をパラメータとした時の P 偏光の透過率の可視波長領域での波長依存性を示す図である。

【符号の説明】

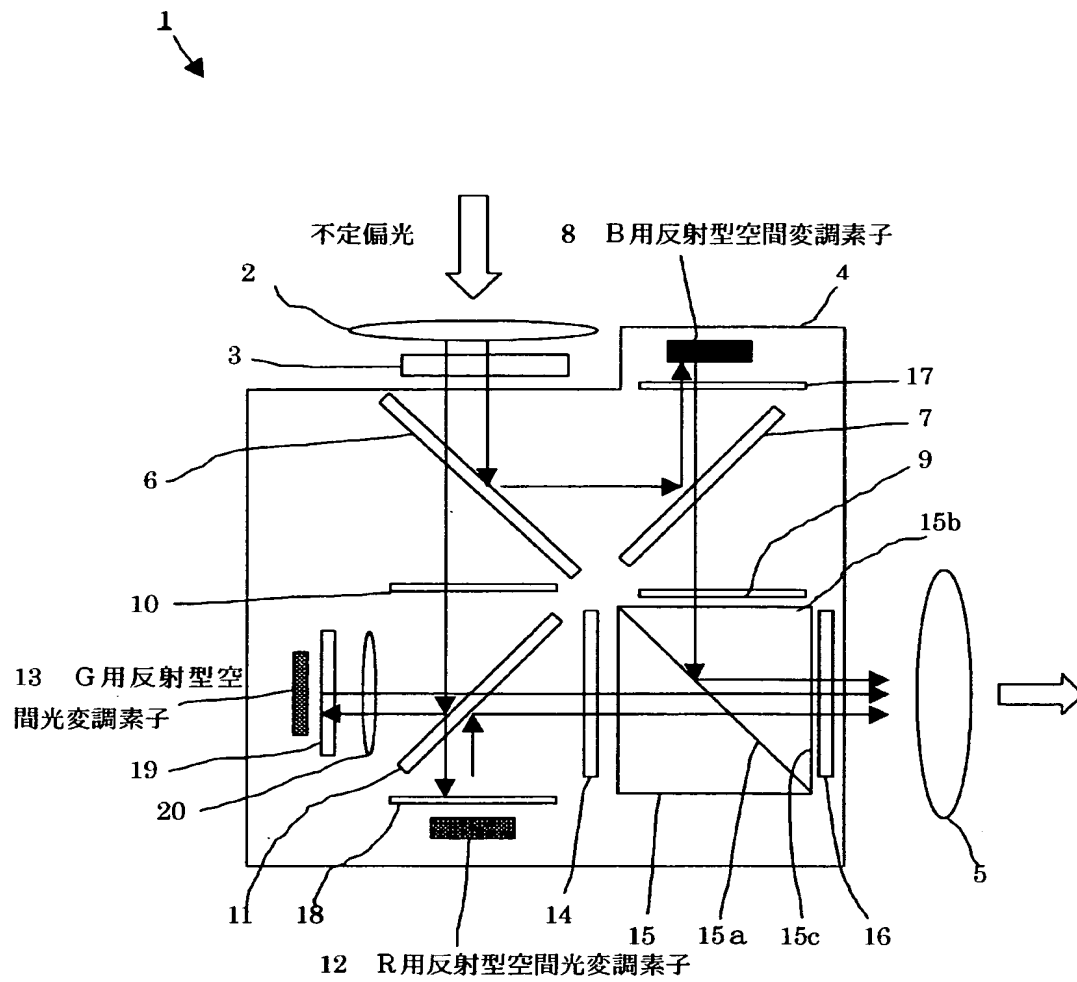
1、21、23、28…投射表示装置、2…レンズ、3…偏光板、4…色分解合成光学系、5…投射レンズ、6、24、27、30…ダイクロイックミラー（第 1 の偏光分離手段）、7、32…第 1 のワイヤグリッド偏光分離板（第 2 の偏光分離手段）、8…B 用反射型空間光変調素子、9、31…第 1 の B 用位相板、10、36…第 1 の R 用位相板、11、35…第 2 のワイヤグリッド偏光分離板（第 3 の偏光分離手段）、12…R 用反射型空間光変調素子、13…G 用反射型空



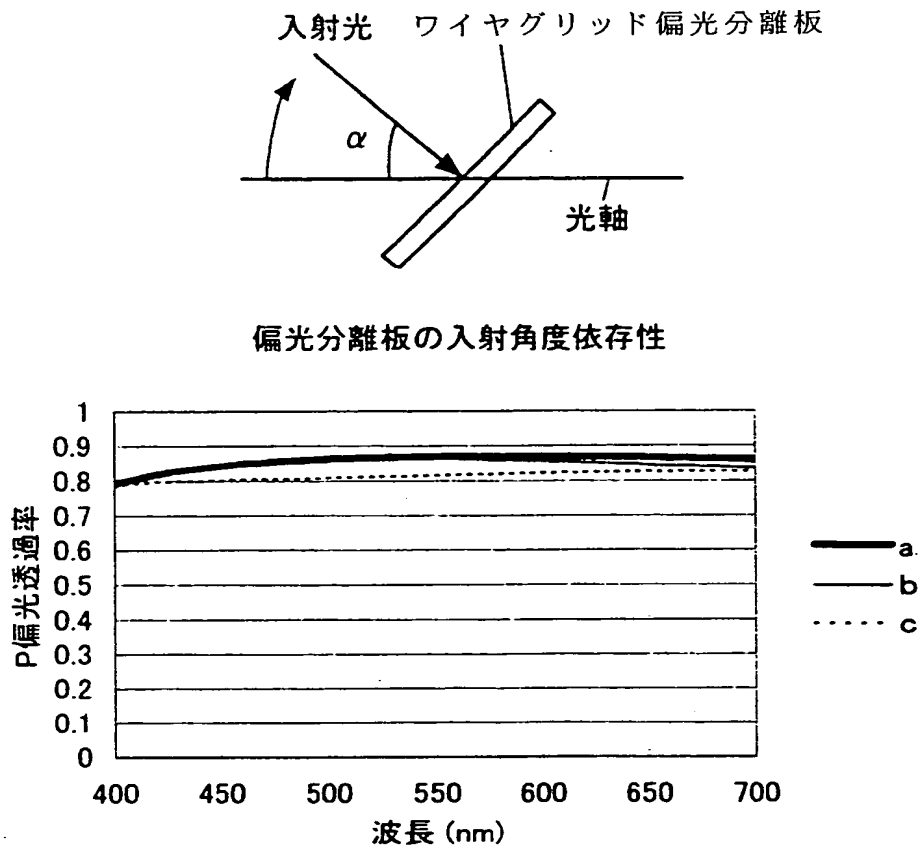
間光変調素子、14、37…第2のR用位相板、15…偏光ビームスプリッター  
プリズム（第4の偏光分離手段）、16、33…第2のB用位相板、17、38  
…第1の波長板、18、39…第2の波長板、19、40…第3の波長板、20  
、25、26、41…シリンドリカルレンズ、29…第1の偏光板、34…第  
2の偏光板

【書類名】 図面

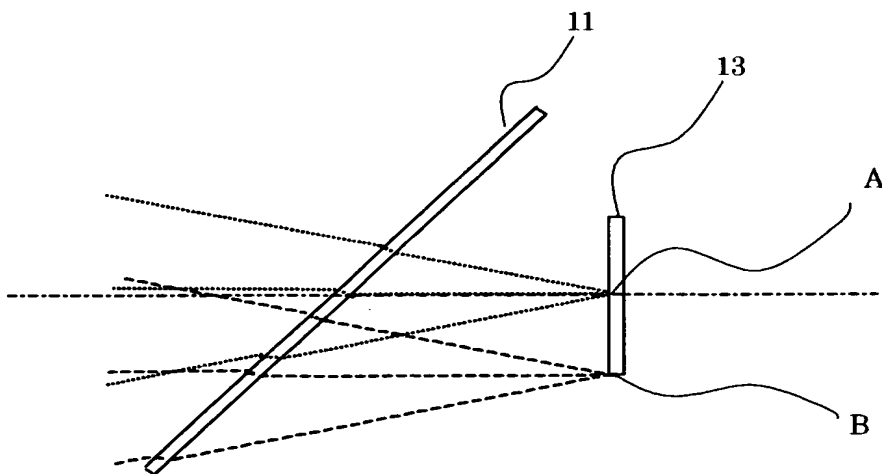
【図 1】



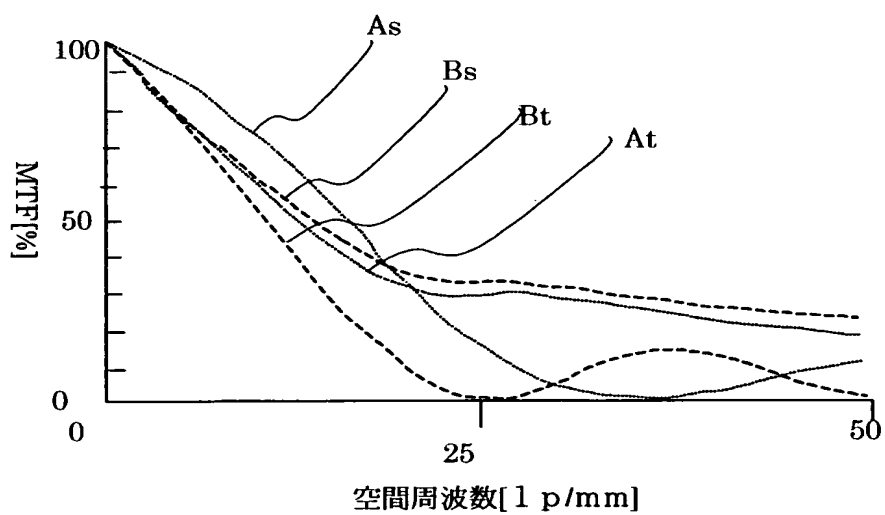
【図 2】



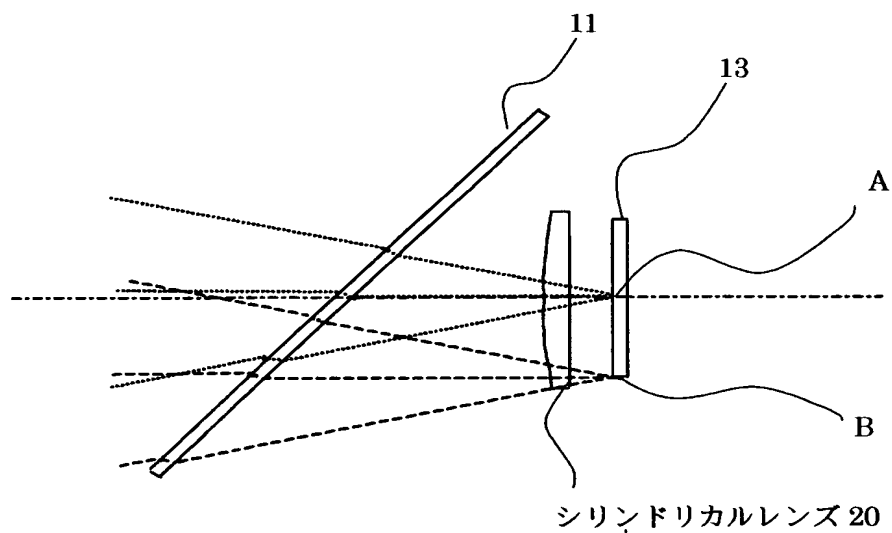
【図 3】



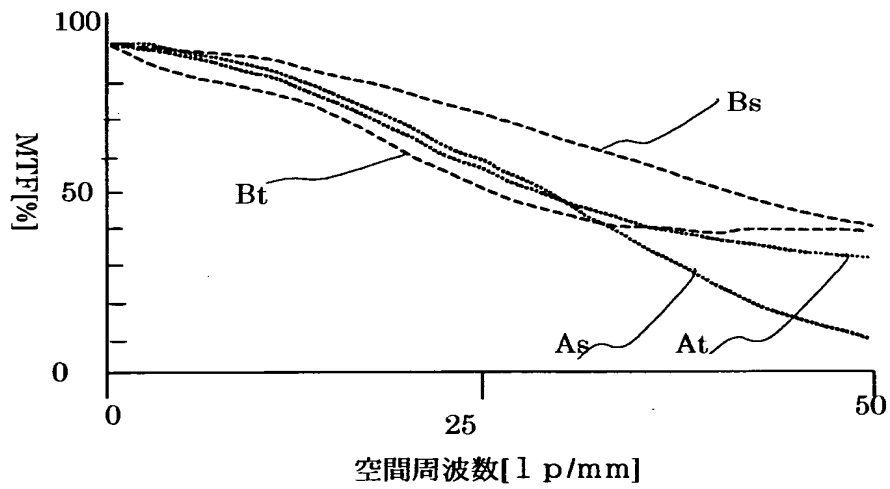
【図 4】



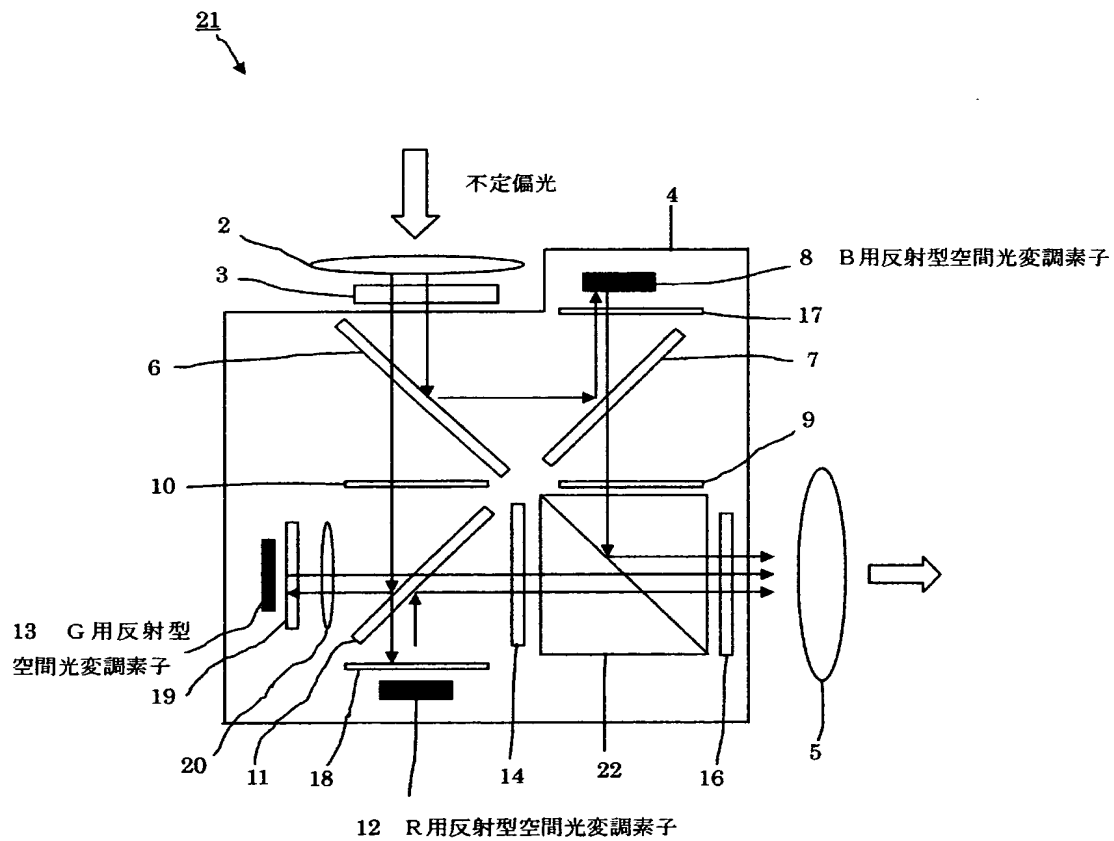
【図 5】



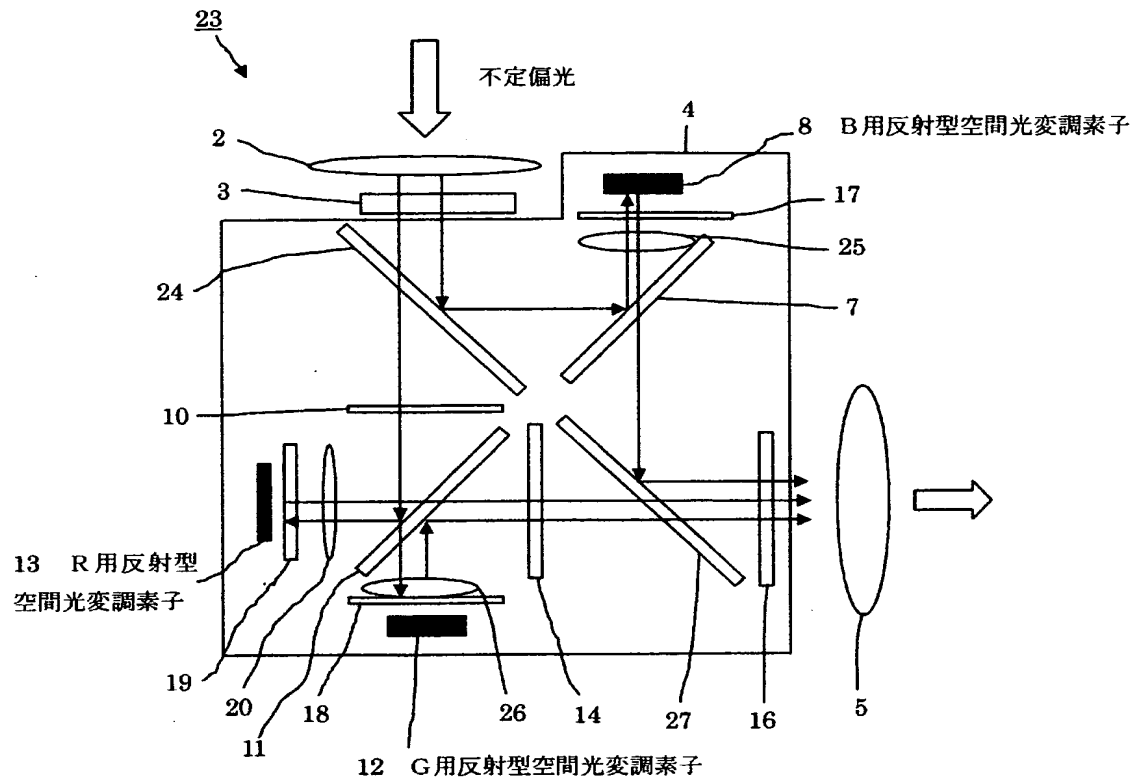
【図 6】



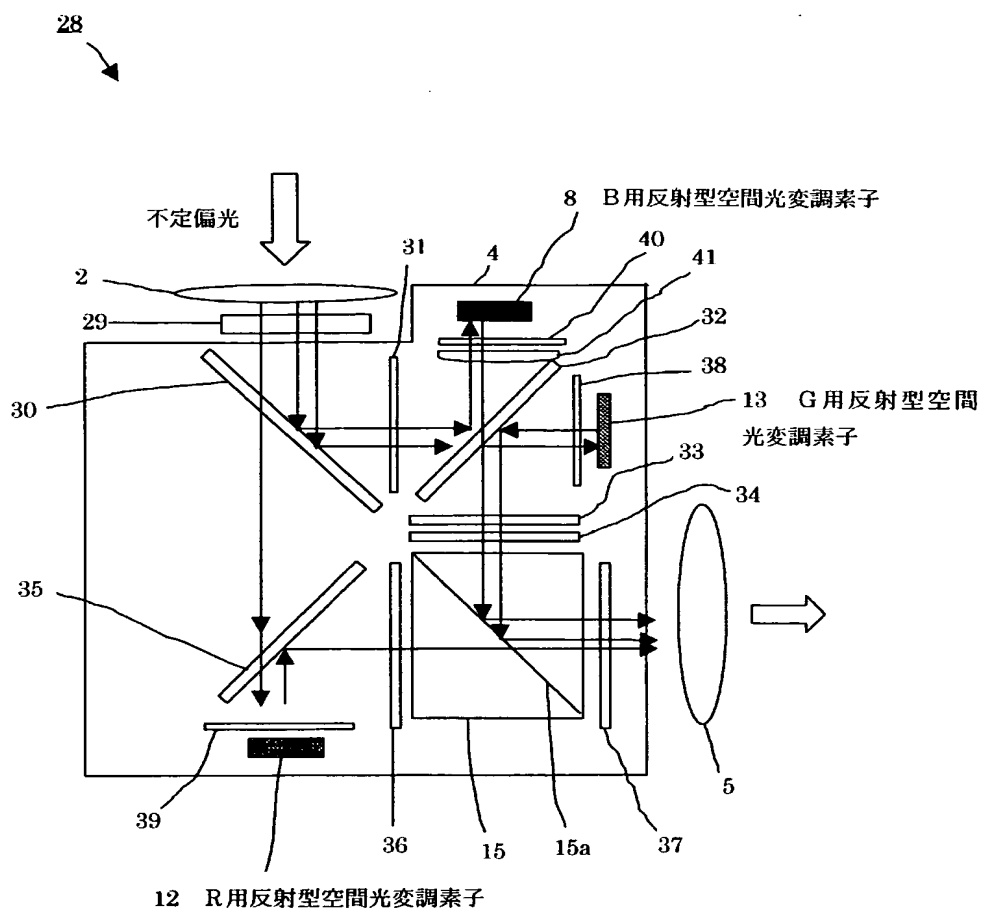
【図 7】



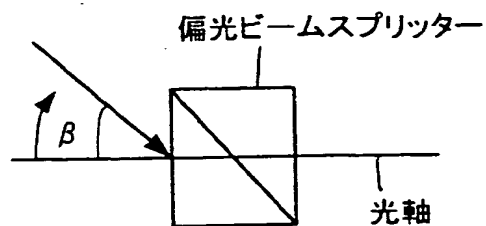
【図 8】



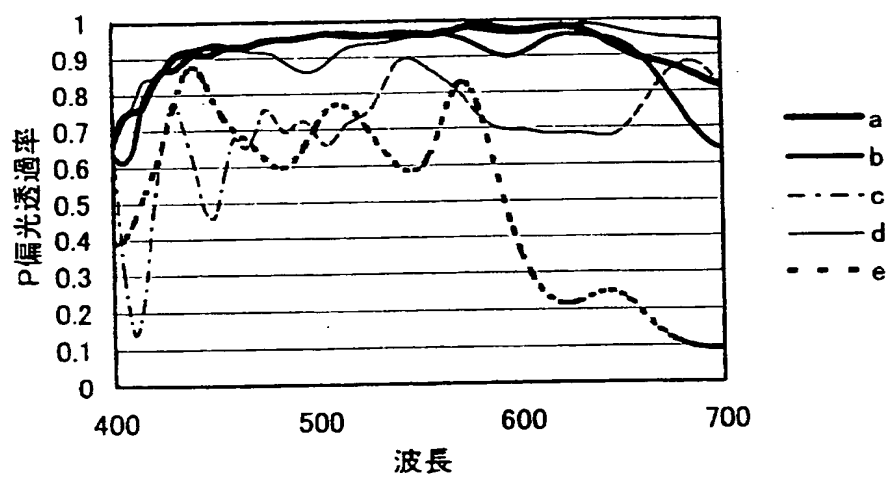
【図 9】



【図 10】



偏光ビームスプリッターの入射角依存性





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 明るく、映像品質が良好、かつ軽量の投射表示装置を提供する。

【解決手段】 所定偏光の3原色光を色分解した後、映像信号で変調した後、色合成を行って画像を生成する光学系4と、この画像を拡大する投射レンズ5と、からなり、光学系4は、対角方向に配置された第1～第4の分離手段6、7、11、15と、第1の分離手段6を入射側に配置するとき、他の3つの分離手段7、11、13の外側に配置され、第1～第4の分離手段6、7、11、15で色分解された各色光の映像信号に対応して光変調・反射する3つの変調素子8、12、13とからなり、第1の分離手段7は、第1のダイクロイック分離手段、第2及び第3の分離手段7、11は、ワイヤグリッド偏光分離板、第4の分離板は、第2のダイクロイック分離手段かビームスプリッターであり、3つの変調素子8、12、13のうちの少なくとも1つの反射面側に補正用レンズを備えている。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 9 7 7 4 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 3 2 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地

氏 名

日本ビクター株式会社